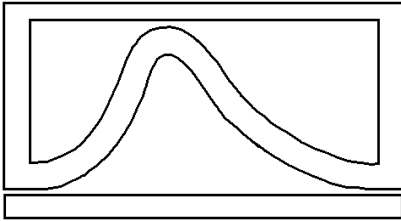


97



SUOMEN AKTUAARIYHDISTYS

THE ACTUARIAL SOCIETY OF FINLAND

WORKING PAPERS ISSN 0781- 4410

SUOMEN AKTUAARIYHDISTYS
The Actuarial Society of Finland

97
Auranen, Antti

Omavastuuetu

(2009)

Omavastuuetu

SHV-työ

Antti Auranen
Kesäkuu 2009

Summary

If P&C Insurance Company offers for its Finnish private total customers deductible benefit from claim free years. The idea is to reward customers with few claims and remind them to be careful and encourage them to prevent claims.

Gathered deductible benefit can be used to deductibles of motor and property claims. The claim amount has to still exceed the deductible. Similarly these claims during the year prevent the increase of benefit. Claim free years gather deductible benefit until the maximum benefit is reached in six years. In case of cancellation the gathered benefit is reset.

This paper presents how deductible benefit can be mathematically modelled. The model is based on transition matrix, which states represent different amounts of gathered benefit. The transition probabilities between states are calculated using different types of claim frequencies, chosen deductibles and the number of different customers including also the customer dynamic from one company to another.

Transition matrices are useful, when one is modelling yearly changes. The challenges for this kind of model are fixed parameters which are set to be same from year to year. This can be solved either using predefined yearly transition matrices or letting the transition probabilities yearly change stochastically within predefined boundaries. Within last years it has happened a lot in the insurance market, which makes the forecast of customer dynamic challenging. Sensitivity analysis shows the model being stable enough for reasonable changes in the parameter values. The changes in main parameters seem to have approximately linear effect to the benefit usages.

Companies want more and more total customers who also stay longer in the company. This reduces naturally acquisition costs, but also increases the usage of deductible benefit by increased number of customers with benefit and decreased number of benefit resets in cancellations.

The model described in this paper can be used to model the costs of deductible benefit. The benefits need to be modelled separately, when business case is required. Benefits can be seen reached by decreased customer cancellations, changes in claims frequencies and sales.

Sisällys

1	Johdanto	2
2	Omavastuuedun matemaattinen malli	2
2.1	Omavastuuetumallin siirtymämatriisi	2
2.2	Siirtymämatriisin ominaisuuksista	7
2.3	Vuosittaiset kertymät ja käytöt	8
2.4	Asiakaskannan ja vahinkofrekvenssin muuttuminen	10
2.5	Mallin haasteita	11
2.6	Herkkyysanalyysi	12
3	Vaihtoehtoinen malli	14
4	Yhteenveto	17
	Kirjallisuutta	18

1 Johdanto

If Omavastuuetu on Ifin suomalaisille henkilöasiakkailleen antama etu, jossa heitä palkitaan vahingottomista vuosista kerryttämällä omavastuuetua. Kertynyttä omavastuuetua voidaan käyttää vahingon yhteydessä omavastuun maksamiseen. Omavastuuetu kannustaa asiakkaita huolellisuuteen ja vahinkojen syntymisen ennalta ehkäisyyn.

Asiakkaan vakuutusten uudistuessa vuosieräpäivänä kertyy omavastuuetua, mikäli hänelle edellisellä vakuutuskaudella ei ole sattunut vakuutuksesta korvattavia ajoneuvo- tai omaisuusvahinkoja. Kuuden vahingottoman vuoden jälkeen omavastuuetu saavuttaa enimmäismääränsä.

Omavastuuedun kertymisen edellytyksenä on Ifin keskittäjäasiakkuus. Asiakas on keskittäjäasiakas, kun hänellä on riittävän kattavan turvan takaava vakuutusratkaisu. Tyypillinen keskittäjäasiakkaan vakuutusratkaisu koostuu esimerkiksi kotivakuutuksesta, henkilöauton liikennevakuutuksesta ja täyskaskosta.

Asiakas voi käyttää kertynyttä omavastuuetua ajoneuvo- ja omaisuusvahinkojen omavastuun maksamiseen. Vahingon on kuitenkin oltava vähintään omavastuun suuruinen. Kertynyttä omavastuuetua ei voi muuttaa rahaksi ja se nollautuu asiakkuuden päättyessä.

Tässä työssä esitellään kuinka omavastuuetua voidaan matemaattisesti mallintaa. Työssä esitelty malli auttaa arvioimaan omavastuuedun vakuutusyhtiölle aiheuttamia kustannuksia. Edun voidaan ajatella tuovan säästöjä parantuneena asiakaspysyvyytenä ja vaikuttavan positiivisesti myös myyntiin. Omavastuuedun kannattavuuden arvioimiseksi sen tuomat tuotot on mallinnettava erikseen eikä niitä ole esitelty tässä työssä.

2 Omavastuuedun matemaattinen malli

Tässä luvussa omavastuuetua mallinnetaan simuloimalla asiakkaiden käyttäytymistä vuosittain. Vuosittaisten tilityyppisten tapahtumien mallintamiseen voidaan käyttää siirtymämatriiseja.

2.1 Omavastuuetumallin siirtymämatriisi

Omavastuuedun matemaattisen mallin perustana on siirtymämatriisi, jonka tiloina ovat erilaiset omavastuuedun määrät. Asiakkaan siirtymistä tilasta toiseen mallinnetaan todennäköisyyksillä, jotka sisältävät tietoja erityyppisten vahinkojen todennäköisyyksistä, uusien asiakkaiden suhteellisesta määrästä sekä asiakaspysyvyydestä.

Mallissa tarkastellaan erikseen keskittäjäasiakkaita, joille omavastuuetua kertyy, ja muita asiakkaita. Vaikkei asiakasta enää katsottaisikaan keskittäjäasiakkaaksi eikä omavastuuetua siten kartu, asiakas voi silti käyttää hänelle kertynyttä omavastuuetua.

Muiden asiakkaiden omavastuuedun määrä käyttäytyy siten eri tavalla ja tulee mallintaa erikseen keskittäjäasiakkaista.

Mallissa erilaiset asiakkaat on huomioitu jakamalla siirtymämatriisi lohkoihin: keskittäjäasiakkaat, muut asiakkaat, vakuutusmarkkinat sekä siirtymälohkoihin näiden asiakkuuksien välillä. Vakuutusmarkkinoiden avulla mallinnetaan uusasiakashankintaa ja asiakaspoistumaa. Poistuvat asiakkaat siirtyvät vakuutusmarkkinoille ja vakuutusmarkkinoilta saadaan uusia asiakkaita.

Vahinkotilanteessa omavastuuetua käytetään vahingon omavastuun verran, enimmillään kuitenkin asiakkaalle kertyneen omavastuuedun verran.

Siirtymämatriisi P koostuu yhteensä yhdeksästä eri asiakkuuksien välisiä siirtymiä kuvaavasta lohkoista

$$P = \begin{bmatrix} P_{kk} & P_{km} & P_{kv} \\ P_{mk} & P_{mm} & P_{mv} \\ P_{vk} & P_{vm} & P_{vv} \end{bmatrix},$$

missä

- k keskittäjäasiakas
- m muu asiakas
- v vakuutusmarkkinat.

Kukin asiakkuustyyppi sisältää omavastuuedun eri määriä kuvaavat tilat. Lohkot P_{kk} , P_{km} , P_{mk} ja P_{mm} koostuvat siten eri omavastuuedun määrien muutoksia kuvaavista alkioista. Tällöin lohkon P_l sisältämät siirtymätodennäköisyydet $p_l(i, j)$ siirryttäessä omavastuuedun määrästä i määrään j muodostuvat tulosta

$$p_l(i, j) = p_l^f(i, j) \cdot p_l^s(i, j),$$

missä

- p_l^f siirtymästä riippuen vahinko- tai vahingottomuustodennäköisyys
- p_l^s todennäköisyys asiakkaan siirtymiselle lohkojen välillä.

Todennäköisyydet voivat mallissa riippua omavastuuedun määrästä i tai sen muuttumisesta $j-i$. Tämä mahdollistaa esimerkiksi pienemmän asiakaspoistuman käytön niille asiakkaille, joille etua on kertynyt enemmän.

Vakuutusmarkkinoille siirtyviä asiakkaita kuvaavat lohkot P_{kv} ja P_{mv} muodostuvat keskittäjä- ja muiden asiakkaiden poistumatodennäköisyyksistä $p_{kv}(i,0)$ ja $p_{mv}(i,0)$ eri omavastuuedun määrillä i . Lohkot P_{vk} ja P_{vm} kuvaavat vastaavasti vakuutusmarkkinoilta tulevia uusia keskittäjä- ja muita asiakkaita siirtymätodennäköisyyksinään vastaavasti $p_{vk}(0,i)$ ja $p_{vm}(0,i)$, kun uusien asiakkaiden omavastuuedun määrä on i . Lohko P_{vv} sisältää todennäköisyyden vakuutusmarkkinoilla pysyville asiakkaille ja koostuu ainoastaan todennäköisyydestä $p_{vv}(0,0)$.

Lohkojen sisältämät siirtymätodennäköisyydet muodostavat siis siirtymämatriisin alkiot, jolloin siirtymämatriisi voidaan esittää muodossa

$$P = \begin{bmatrix}
 p_{kk}(0,0) & p_{kk}(0,1) & \cdots & p_{kk}(0,d) & p_{km}(0,0) & p_{km}(0,1) & \cdots & p_{km}(0,d) & p_{kv}(0,0) \\
 p_{kk}(1,0) & p_{kk}(1,1) & \cdots & p_{kk}(1,d) & p_{km}(1,0) & p_{km}(1,1) & \cdots & p_{km}(1,d) & p_{kv}(1,0) \\
 \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\
 p_{kk}(d,0) & p_{kk}(d,1) & \cdots & p_{kk}(d,d) & p_{km}(d,0) & p_{km}(d,1) & \cdots & p_{km}(d,d) & p_{kv}(d,0) \\
 \hline
 p_{mk}(0,0) & p_{mk}(0,1) & \cdots & p_{mk}(0,d) & p_{mm}(0,0) & p_{mm}(0,1) & \cdots & p_{mm}(0,d) & p_{mv}(0,0) \\
 p_{mk}(1,0) & p_{mk}(1,1) & \cdots & p_{mk}(1,d) & p_{mm}(1,0) & p_{mm}(1,1) & \cdots & p_{mm}(1,d) & p_{mv}(1,0) \\
 \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\
 p_{mk}(d,0) & p_{mk}(d,1) & \cdots & p_{mk}(d,d) & p_{mm}(d,0) & p_{mm}(d,1) & \cdots & p_{mm}(d,d) & p_{mv}(d,0) \\
 \hline
 p_{vk}(0,0) & p_{vk}(0,1) & \cdots & p_{vk}(0,d) & p_{vm}(0,0) & p_{vm}(0,1) & \cdots & p_{vm}(0,d) & p_{vv}(0,0)
 \end{bmatrix}$$

Murtoviivat kuvaavat siirtymämatriisin lohkoja. Tilat $0,1,\dots,d$ kuvaavat erilaisia omavastuuedun määriä. Tilassa 0 omavastuuetua ei ole kertynyt ja tila d vastaa omavastuuedun enimmäismäärää. Alaindeksit k , m ja v kuvaavat vastaavasti asiakkuustyyppäjä keskittäjäasiakas, muu asiakas ja vakuutusmarkkinat.

Esimerkki omavastuuedun siirtymämatriisista

Mallin yksinkertaistamiseksi tehdään seuraavat oletukset:

- vahingon vuosi kartuttaa 10 euroa omavastuuetua, jonka enimmäismäärä on 50 euroa
- keskittäjäasiakkaista 8 % muuttuu muiksi asiakkaiksi, 20 % siirtyy vakuutusmarkkinoille ja 72 % pysyy edelleen keskittäjäasiakkaina
- muista asiakkaista 21 % muuttuu keskittäjäasiakkaiksi, 30 % siirtyy vakuutusmarkkinoille ja 49 % pysyy edelleen muina asiakkaina
- todennäköisyydet siirtymille keskittäjäasiakkuuden, muun asiakkuuden ja vakuutusmarkkinoiden välillä eivät riipu omavastuuedun määrästä
- keskittäjäasiakkaista 40 prosentille sattuu vahinko vuoden aikana ja muista asiakkaista 20 prosentille, todennäköisyydet eivät riipu omavastuuedun määrästä tai sen muutoksesta
- vahingon yhteydessä kaikki kertynyt omavastuuetu käytetään
- vakuutusmarkkinoilta 3 % tulee uusiksi asiakkaiksi, joista 70 % keskittäjäasiakkaiksi ja 30 % muiksi asiakkaiksi
- yksinkertaistuksen vuoksi poistuville asiakkaille ei satu vahinkoja poistumisvuonna ja heidän omavastuuetunsa nollautuu
- asiakkaiden lukumäärä on 100 000, joista alussa 70 % on keskittäjäasiakkaita ja 30 % muita asiakkaita
- vakuutusmarkkinoiden koko on miljoona asiakasta
- kaikkien asiakkaiden omavastuuedun määrä on aluksi 0 euroa ja siirtymät tilasta toiseen tapahtuvat kalenterivuositain aina vuoden vaihteessa
- omavastuuedun vaikutus mallin parametreihin sisältyy asetettuihin parametrien arvoihin (esimerkiksi pienentynyt keskittäjäasiakkaiden poistuminen ja muutokset vahinkotodennäköisyyksissä)

Lohko P_{mk} sisältää esimerkiksi siirtymätodennäköisyyden

$$p_{mk}(30,0) = p_{mk}^f(30,0) \cdot p_{mk}^s(30,0) = 0,20 \cdot 0,21 = 0,042$$

eli 4,2 prosentin todennäköisyydellä muu asiakas muuttuu keskittäjäasiakkaaksi ja hänelle sattuu vahinko, jonka seurauksena hänen omavastuuetunsa määrä muuttuu 30 eurosta 0 euroon.

Vastaavat todennäköisyydet lohkoissa P_{kk} , P_{km} , ja P_{mm} siirtymälle 30 euron omavastuuedun määrästä 0 euroon ovat

$$p_{kk}(30,0) = p_{kk}^f(30,0) \cdot p_{kk}^s(30,0) = 0,40 \cdot 0,72 = 0,288$$

$$p_{km}(30,0) = p_{km}^f(30,0) \cdot p_{km}^s(30,0) = 0,40 \cdot 0,08 = 0,032$$

$$p_{mm}(30,0) = p_{mm}^f(30,0) \cdot p_{mm}^s(30,0) = 0,20 \cdot 0,49 = 0,098.$$

Vastaavat asiakaspoistumat vakuutusmarkkinoille keskittäjä- ja muille asiakkaille 30 euron omavastuuedun määrää vastaavasta tilasta ovat

$$p_{kv}(30,0) = 0,20$$

$$p_{mv}(30,0) = 0,30.$$

Vakuutusmarkkinoilta saadaan uusia keskittäjä- ja muita asiakkaita todennäköisyyksillä

$$p_{vk}(0,0) = 0,03 \cdot 0,70 = 0,021$$

$$p_{vm}(0,0) = 0,03 \cdot 0,30 = 0,009$$

ja vakuutusmarkkinoille jää

$$p_{vv}(0,0) = 1 - 0,03 = 0,97$$

eli 97 prosenttia vakuutusmarkkinoista.

Omavastuuedun karttumista kuvaa taas esimerkiksi siirtymätodennäköisyys

$$p_{kk}(10,20) = p_{kk}^f(10,20) \cdot p_{kk}^s(10,20) = (1 - 0,40) \cdot 0,72 = 0,432.$$

Koska vahingon sattuessa kaikki omavastuuetu käytetään, todennäköisyys esimerkiksi siirtymiselle omavastuuedun määrästä 40 euroa 20 euroon on nolla. Samoin todennäköisyys omavastuuedun määrän karttumiselle 20 eurosta 40 euroon on nolla, sillä etua karttuu 10 euroa vuodessa. Siirtymämatriisissa on siis esimerkiksi seuraavat siirtymätodennäköisyydet

$$p_{mk}(40,20) = p_{mk}^f(40,20) \cdot p_{mk}^s(40,20) = 0,20 \cdot 0 = 0$$

$$p_{kk}(20,40) = p_{kk}^f(20,40) \cdot p_{kk}^s(20,40) = (1 - 0,40) \cdot 0 = 0.$$

2.2 Siirtymämatriisin ominaisuuksista

Siirtymämatriisin ominaisuuksien mukaisesti matriisin todennäköisyyksien summa kullekin riville on yksi eli

$$\sum_b \sum_j p_{ab}(i, j) = 1,$$

missä a ja b kuvaavat erilaisia asiakkuuksia k , m ja v .

Lisäksi jokaiseen matriisin tilaan voidaan jäädä tai siitä voidaan siirtyä johonkin muuhun tilaan. Tällaisella matriisilla ei ole jaksollisia tiloja ja sen sanotaan siten olevan jaksoton matriisi.

Vuosien kuluessa omavastuuedun määrä asiakkailla kasvaa ja sen täysi määrä tulee mahdolliseksi. Asiakkaiden siirtymistä tilasta toiseen useamman vuoden kuluttua voidaan tarkastella korottamalla siirtymämatriisi tarkasteltavien vuosien lukumäärän osoittamaan potenssiin. Siirtymämatriisi t vuodelle on siten P^t .

Kun tarkastellaan riittävän pitkää ajanjaksoa, siirtymämatriisin jokainen alkio on nolaa suurempi, mikä tarkoittaa sitä, että mistä tahansa tilasta on mahdollista siirtyä mihin tahansa muuhun tilaan. Tällöin alkuperäisen siirtymämatriisin kaikkien tilojen sanotaan kommunikoivan keskenään ja matriisi on redusoimaton eli sitä ei voida jakaa osamatriiseiksi. Tällaista matriisia P sanotaan säännölliseksi ja sillä on sellainen ominaisuus, että millä tahansa tilojen lähtöjakaumalla μ_0 on olemassa yksikäsitteinen rajajakauma μ (Howard, 1998)

$$\mu_0 P^t \xrightarrow{t \rightarrow \infty} \mu.$$

Rajajakauma μ on jakauma, joka ei muutu kerrottaessa siirtymämatriisillaan eli

$$\mu = \mu P.$$

Rajajakauman olemassaolosta seuraa, että lopulta asiakkaiden jakauma eri omavastuuedun tiloissa tasapainottuu ja omavastuuedun kertymät ja käytöt saavuttavat tasapainon, jossa ne säilyvät samoina vuodesta toiseen. Rajajakauma kertoo pitkän aikavälin todennäköisyydet löytää asiakas eri omavastuuedun tiloista, toisin sanoen paljonko asiakkaalle on kertynyt omavastuuetua, ja onko hän keskittäjä- vai muu asiakas riippumatta siitä, mistä tilasta asiakkuus on alkanut.

Taulukko 1 havainnollistaa esimerkkitapauksen mukaisia asiakkaiden lähtö- ja rajajakaumia. Alussa omavastuuedun määrä on kaikilla asiakkailla 0 euroa, keskittäjäasiakkaita on 70 000 ja muita asiakkaita 30 000. Vakuutusmarkkinoiden koko on alussa 1 000 000 asiakasta. Asiakkaiden kokonaislukumäärä on siis 1 100 000 asiakasta, jonka suhteellista jakautumista eri tiloihin jakaumat esittävät.

Taulukko 1. Esimerkkitapauksen siirtymämatriisin lähtö- ja rajajakauma. Vakuutusmarkkinat ovat tarkastelussa mukana omana tilanaan ja niiden suhteellinen osuus on luonnollisesti suurin.

	keskittäjäasiakas						muu asiakas						vakuutus-
	0 €	10 €	20 €	30 €	40 €	50 €	0 €	10 €	20 €	30 €	40 €	50 €	markkinat
μ_0	0.0636	-	-	-	-	-	0.0273	-	-	-	-	-	0.9091
μ	0.0496	0.0217	0.0095	0.0042	0.0018	0.0014	0.0264	0.0017	0.0008	0.0003	0.0001	0.0001	0.8824

2.3 Vuosittaiset kertymät ja käytöt

Yllä esitellyn siirtymämatriisin avulla voidaan simuloida asiakkaiden omavastuuedun kertymistä ja käyttöä. Omavastuuedun tilasta toiseen siirtymätodennäköisyyksien lisäksi tarvitaan vielä asiakkaiden omavastuuedun lähtöjakauma ja kustannusmatriisit kuvaamaan edun kertymistä ja käyttöä tilasta toiseen siirryttäessä.

Omavastuuedun kertymää voidaan kuvata kustannusmatriisin W avulla. Kustannusmatriisin lohkon W_l alkiot koostuvat siirtymämatriisin vastaavan lohkon P_l alkioiden ja niitä vastaavien siirtymien kustannusten tulosta

$$w_l(i, j) = \max(j - i, 0) \cdot p_l(i, j),$$

kun omavastuuedun määrä muuttuu määrästä i määrään j . Siirtymän euromääräinen kustannus kerrotaan siirtymämatriisin vastaavalla siirtymätodennäköisyydellä $p_l(i, j)$.

Vastaavasti edun käyttöä voidaan kuvata kustannusmatriisin U avulla

$$u_l(i, j) = \max(i - j, 0) \cdot p_l(i, j).$$

Mallin yksinkertaistamiseksi kustannukset siirryttäessä vakuutusmarkkinoille voidaan määritellä nollan suuruisiksi, eli $u_{kv}(i, 0) = 0$ ja $u_{mv}(i, 0) = 0$. Tällöin poistuville asiakkaille ei oleteta sattuvan omavastuuedun käyttöä aiheuttavia vahinkoja poistumisvuonna.

Tilakohtaiset kertymät ja käytöt asiakkuustyyppin a tilalle i ajanhetkellä t saadaan asiakkaiden omavastuuedun jakaumavektorin μ_t ja asiakkaiden kokonaislukumäärän N sekä kustannusmatriisien W ja U avulla. Asiakkuustyyppin a tilan i asiakkaiden lukumäärä saadaan kertomalla asiakkaiden kokonaislukumäärä N tilaa vastaavalla asiakkaiden osuudella, joka on jakaumavektorin alkio $\mu_t^a(i)$. Tilaa vastaavat omavastuuedun kertymät ja käytöt saadaan kertomalla tilassa olevien asiakkaiden lukumäärä kustannusmatriisien tilaa vastaavilla rivisummilla

$$N\mu_t^a(i)\sum_b\sum_j w_{ab}(i,j)$$

$$N\mu_t^a(i)\sum_b\sum_j u_{ab}(i,j).$$

Kustannusmatriisin rivisumma on tarkasteltavasta tilasta kaikkiin mahdollisiin tiloihin siirtymisten kustannusten ja siirtymätodennäköisyyksien tulojen summa ja kertoo tilassa olevan asiakkaan omavastuuedun kertymän tai käytön odotusarvon.

Summaamalla kertymät ja käytöt kaikkien asiakkuustyyppien a ja tilojen i yli saadaan kertymät ja käytöt koko asiakaskannalle.

Tasapainotilassa omavastuuedun kertymä on siten

$$N\sum_a\sum_b\sum_i\sum_j\mu^b(i)w_{ab}(i,j).$$

missä N on keskittäjä- ja muiden asiakkaiden lukumäärä sekä vakuutusmarkkinoiden koko yhteensä. Taulukko 2 havainnollistaa esimerkkitapauksen mukaisia tilakohtaisia kertymiä ja käyttäjiä.

Taulukko 2. Esimerkkitapauksen kertymät ja käytöt tilasta toiseen siirryttäessä.

lähtötila	keskittäjäasiakas						muu asiakas					vakuutusmarkkinat	
	0 €	10 €	20 €	30 €	40 €	50 €	0 €	10 €	20 €	30 €	40 €		50 €
kertymät (€)	4.32	4.32	4.32	4.32	4.32	-	-	-	-	-	-	-	-
käytöt (€)	-	3.20	6.40	9.60	12.80	16.00	-	1.40	2.80	4.20	5.60	7.00	-

Siirtymämatriisin ja vuosittaisten kertymien ja käyttöjen avulla voidaan simuloida asiakaskannan vuosittaista käyttäytymistä. Taulukko 3 havainnollistaa kuinka asiakassiirtymät keskittäjäasiakkuuden ja muun asiakkuuden välillä vaikuttavat näiden ryhmien suhteellisiin kokoihin ja sitä kautta asiakaspoistuvuuteen. Valituilla parametreilla tasapainotilassa vakuutusmarkkinoilta on saatu lähes 30 000 uutta asiakasta. Keskittäjäasiakkaiden osuus on kasvanut 70 prosentista 75 prosenttiin.

Taulukko 3. Esimerkkitapauksen asiakaskannan jakautuminen eri omavastuuedun määriin. Malli saavuttaa parissa kymmenessä vuodessa tasapainon, jossa vakuutusyhtiön sisäinen omavastuuedun jakauma ja toisaalta asiakasvaihtuvuus vakuutusmarkkinoilla pysyvät tasapainossa vuodesta toiseen. Tasapainossa vuosittaiset kertymät ovat noin 413 000 € ja käytöt 246 000 €. Tasapainotilan kertymät ovat käyttöjä suuremmat, sillä poistuvien asiakkaiden omavastuuetu nollautuu käyttämättömänä.

omavastuuetu	vuosi 0	vuosi 1	vuosi 2	vuosi 3	vuosi 4	vuosi 5	...	vuosi n
0 €	70 000	47 460	49 384	50 581	51 539	52 280	...	54 566
10 €	-	30 240	20 503	21 578	22 112	22 541	...	23 889
20 €	-	-	13 064	8 857	9 427	9 665	...	10 459
30 €	-	-	-	5 644	3 826	4 118	...	4 579
40 €	-	-	-	-	2 438	1 653	...	2 005
50 €	-	-	-	-	-	1 053	...	1 561
yhteensä	70 000	77 700	82 950	86 659	89 342	91 310	...	97 059
keskittäjä								
0 €	30 000	29 300	28 058	27 804	27 889	28 073	...	28 998
10 €	-	-	1 452	1 553	1 645	1 706	...	1 886
20 €	-	-	-	627	671	716	...	826
30 €	-	-	-	-	271	290	...	361
40 €	-	-	-	-	-	117	...	158
50 €	-	-	-	-	-	-	...	123
yhteensä	30 000	29 300	29 510	29 984	30 475	30 902	...	32 353
muu asiakas								
asiakkaat yhteensä	100 000	107 000	112 460	116 643	119 817	122 212	...	129 412
vakuutusmarkkinat	1 000 000	993 000	987 540	983 357	980 183	977 788	...	970 588
vakuutusyhtiö+vakuutusmarkkinat	1 100 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000	...	1 100 000
käytöt (€)	-	96 770	151 250	183 840	204 350	217 790	...	246 200
kertymät (€)	302 400	335 660	358 340	374 370	385 960	389 910	...	412 550

2.4 Asiakaskannan ja vahinkofrekvenssin muuttuminen

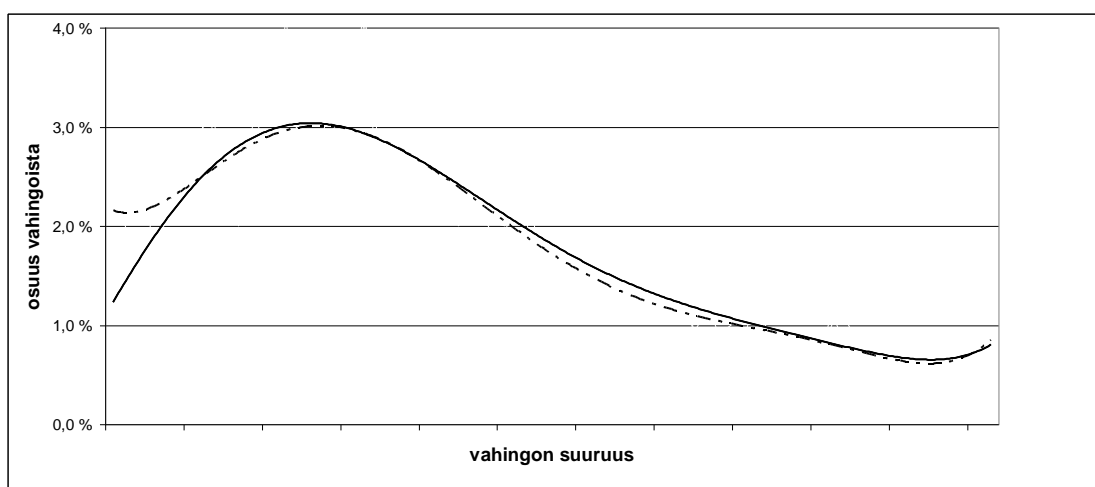
Uusasiakashankinnan ja asiakaspoistuman suuruuden arvioinnissa on otettava vallitsevan tilanteen lisäksi huomioon myös omavastuuedun vaikutus. Uusasiakashankinnan voidaan arvioida piristyvät hieman omavastuuedun käyttöönoton yhteydessä, sillä asiakkaille tulee tarjolle uusi asiakasetu. Lisäksi asiakaspysyvyyden voidaan olettaa hieman paranevan, sillä vakuutusyhtiön vaihtoa harkittaessa kertynyt omavastuuetu saattaa sitoa asiakkaan paremmin vakuutusyhtiöön.

Omavastuuedun kustannusten ja asiakaspysyvyydsvaikutuksen lisäksi on arvioitava edun vaikutusta riskisuhteeseen sekä siihen, paljonko käytettävissä oleva omavastuuetu vaikuttaa pienten vahinkojen lukumäärän lisääntymiseen. Pienten vahinkojen lukumäärän voidaan olettaa kasvavan jonkin verran, sillä aikaisemmin muutamalla eurolla omavastuun ylittäviä vahinkoja ei ole pienen korvausmäärän vuoksi ollut hyödyllistä ilmoittaa vakuutusyhtiölle. Mikäli omavastuuetua on kuitenkin ehtinyt kertyä jo muutamasta vahingottomasta vuodesta, pienen vahingon ilmoittaminen on asiakkaalle kannattavampaa, sillä tällöin hän saa muutaman euron lisäksi vakuutusyhtiöltä korvausta myös omavastuuosuudeltaan kertyneen omavastuuedun verran.

Pienten vahinkojen lukumäärän kasvun arvioimisessa voidaan käyttää apuna havaittuja vahinkojakaumia erisuuruisilla omavastuilla, mikäli jakaumat ovat riittävän samankaltaisia. Pienemmän omavastuun valinneet asiakkaat ilmoittavat suhteessa enemmän niitä vahinkoja, joita suuremman omavastuun valinneiden asiakkaiden ei pienen korvauksen takia kannata vakuutusyhtiölle ilmoittaa.

Kuva 4 havainnollistaa, kuinka voidaan arvioida pienten vahinkojen oikeaa lukumäärää. Samansuuruisten vahinkojen lukumäärä on selvästi suurempi pienemmän omavastuun tapauksessa ja lähempänä näiden vahinkojen oikeaa lukumäärää. Omavastuuetu vaikuttaa toki molempien vahinkojakaumien alkupäähän, painottuen kuitenkin lähimmäs omavastuuta. Suuremman omavastuun jakauma tulee siirtymään ylemmäs suhteessa enemmän kuin pienemmän omavastuun jakauma, kun tutkitaan samansuuruisia vahinkoja.

Kuva 4. Vahingon suuruuden jakauma kahdelle eri omavastuulle. Jakaumissa ovat mukana ne vahingot, jotka ylittävät suuremman omavastuun. Pienemmän omavastuun vahingot on merkitty katkoviivalla. Käytännön vertailun helpottamiseksi molemmat jakaumat on skaalattu summautumaan 100 prosenttiin.



2.5 Mallin haasteita

Malli on parametriojattu, mutta käytetyt parametrit ovat kiinteitä vuodesta toiseen. Vaihtoehtoisesti malliin voitaisiin luoda satunnaisuutta antamalla parametrien muuttua vuodesta toiseen. Mallissa asiakasryhmien suhteelliset muutokset pysyvät samoina vuodesta toiseen. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että asiakkaiden jakauma eri tiloihin t vuoden kuluttua saadaan kertomalla alkuperäinen asiakasjakauma siirtymämatriisilla, joka on korotettu potenssiin t .

Mallinnuksessa yksi haaste ovat vahinkotodennäköisyydet. Tarkastelemalla tarpeeksi suurta vahinkoaineistoa useamman vuoden ajalta vahinkotodennäköisyyksille saadaan riittävän hyvä arvio. Lisäksi tulee arvioida vahinkotodennäköisyyksien muuttumista vuodesta toiseen.

Malli noudattaa aina asiakaskannan muutoksia valituilla parametreilla. Vakuutusmarkkinoilla tapahtuvat muutokset vakuutusyhtiön tai sen kilpailijoiden vakuutustarjonnassa saattavat aiheuttaa päivitystarvetta myös mallin parametreihin.

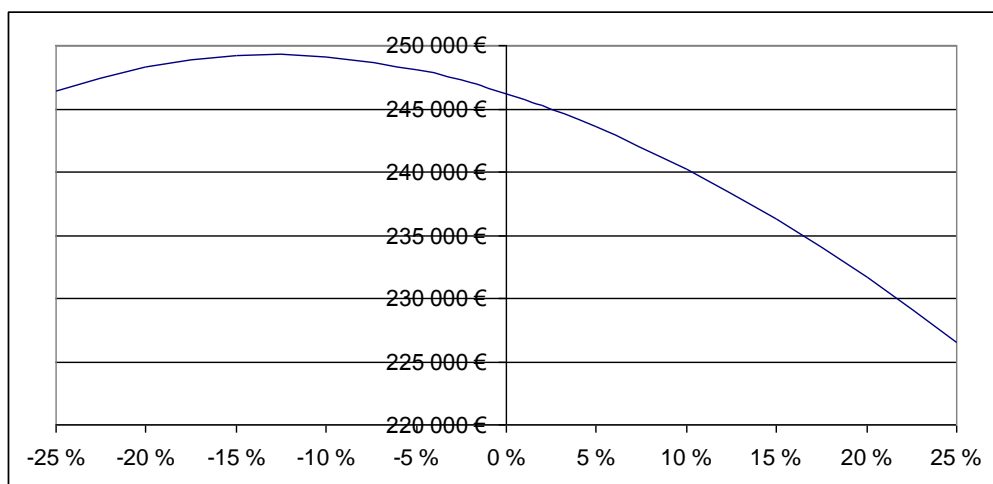
2.6 Herkkyysanalyysi

Mallin herkkyyttä voidaan testata vaihtelemalla mallin parametrien arvoja. Tässä luvussa mallin herkkyyttä tutkitaan vahinkotodennäköisyyksien, asiakaspysyvyyden sekä asiakkuustyypin erilaisilla parametrien arvoilla.

Omastuuedusta on asiakkaalle maksimihyöty, jos hänelle sattuu vahinko keskimäärin joka kuudes vuosi. Tällöin etua ehtii kertyä 50 euroa ja vuosittaiseksi hyödyksi asiakkaalle tulee hieman yli 8 euroa. Etuahan ei kerry vahinkovuosilta eikä toisaalta enää edun saavutettua enimmäismääränsä. Herkkyysanalyysissä tämä näkyy siten, että sopivalla vahinkotodennäköisyydellä saavutetaan omavastuuedun maksimikäyttö.

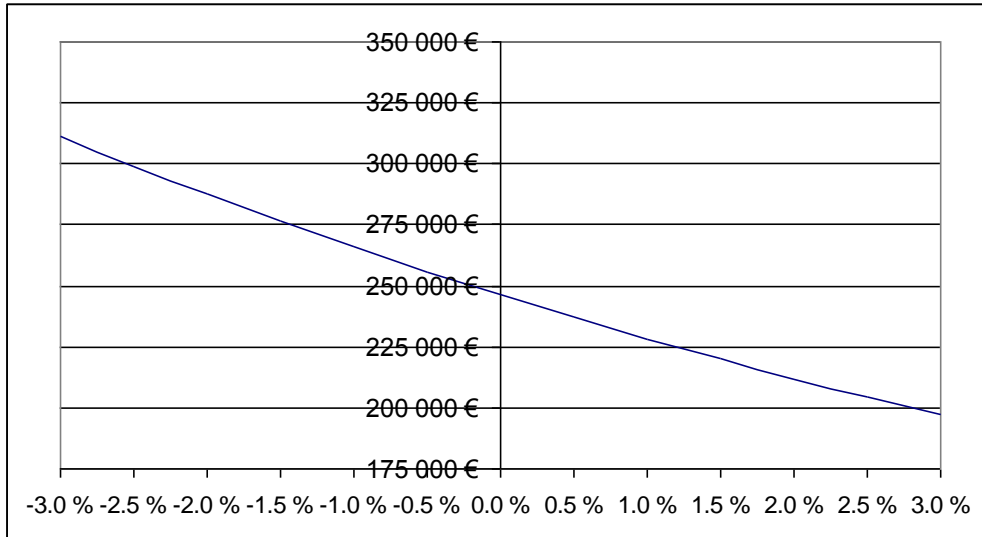
Kuva 5 havainnollistaa vahinkotodennäköisyyden muutoksen vaikutusta omavastuuedun käyttöön esimerkkitapauksessa. Sopivalla vahinkotodennäköisyydellä malli saavuttaa maksimikäytön. Vahinkotodennäköisyyden kasvaessa omavastuuedun kertyminen estyy useammin eikä vahinkotilanteessa etua ole ehtinyt kertyä käytettäväksi vähävahinkoisten asiakkaiden tapaan. Vahinkotodennäköisyyden pienessä riittävästi omavastuuetua ei kerry saavutettuaan enimmäismääränsä ja siten vuosittaiset kertymät vähenevät ja edelleen vuosittainen edun käyttö pienenee.

Kuva 5. Vahinkotodennäköisyyden vaikutus omavastuuedun käyttöön.



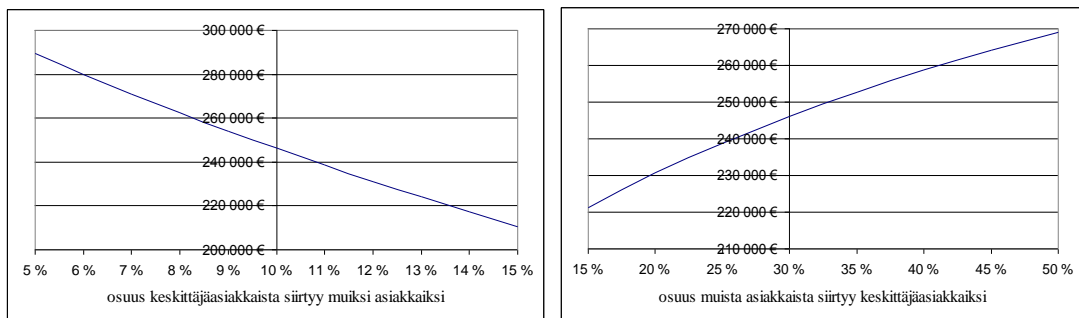
Parantunut asiakaspysyvyys lisää omavastuuedun käyttöä, sillä tällöin poistuvia asiakkaita, joille kertynyt omavastuuetu nollautuu, on vähemmän. Tätä havainnollistetaan kuvassa 6.

Kuva 6. Asiakaspoistuvuuden vaikutus omavastuuedun käyttöön.



Lisääntynyt muiden asiakkaiden siirtyminen keskittäjäasiakkaiksi kasvattaa omavastuuedun käyttöä tuomalla yhä useamman asiakkaan omavastuuedun piiriin. Vastaavasti lisääntynyt keskittäjäasiakkaiden siirtyminen muiksi asiakkaiksi vähentää asiakkaita omavastuuedun kertymisen piiristä ja vähentää näin käyttöä. Etua ei enää kerry, mutta sitä voi vielä vahinkotilanteessa käyttää. Tällaisten asiakassiirtymien muuttumisten vaikutuksia omavastuuedun käyttöön on havainnollistettu kuvassa 7.

Kuva 7. Keskittäjä- ja muiden asiakkuuksien välisten siirtymien vaikutus omavastuuedun käyttöön.



3 Vaihtoehtoinen malli

Siirtymämatriisien sijaan omavastuuedun käyttöä voidaan arvioida asiakkaiden lukumäärän ja erilaisten tunnuslukujen keskiarvojen avulla. Keskiarvot tarvitaan vahinkotodennäköisyydestä, valitun omavastuun ja kertyneen omavastuuedun määrästä ja poistumistodennäköisyydestä. Vahinkotodennäköisyys kertoo kuinka usein vahinko keskimäärin tapahtuu. Tätä voidaan edelleen käyttää vahinkotilanteessa kertyneen keskimääräisen omavastuuedun arviointiin, mutta myös vuoden aikana vahinkoja kärsivien asiakkaiden lukumäärän arvioimiseksi.

Arvio omavastuuedun käytölle saadaan kertolaskulla

$$r \cdot (1 - c) \cdot f \cdot h,$$

missä

- r asiakkaiden lukumäärä
- c asiakkaiden poistuvuus
- f vahinkotodennäköisyys
- h keskimääräinen kertyneen omavastuuedun määrä.

Esimerkitapauksessamme omavastuuetua on kertynyt keskimäärin 7,66 euroa keskittäjäasiakkaille ja 1,81 euroa muille asiakkaille. Keskimääräinen kertynyt omavastuuetu saadaan taulukon 3 viimeisen sarakkeen ”vuosi n ” asiakkaiden lukumäärien avulla. Lisäksi oletetaan, ettei poistuville asiakkaille satu vahinkoja. Arvioksi omavastuuedun käytölle saadaan tällöin

$$97\,059 \cdot (1 - 0,20) \cdot 0,40 \cdot 7,66 \text{ €} + 32\,353 \cdot (1 - 0,30) \cdot 0,20 \cdot 1,81 \text{ €} = 238\,000 \text{ €} + 8\,200 \text{ €} = 246\,200 \text{ €}.$$

Käyttö on täsmälleen sama, mitä siirtymämatriisimallilla saatiin. Arvion tarkkuuteen vaikuttaa se, kuinka hyvin kertyneen omavastuuedun keskimääräinen määrä osataan arvioida. Tässä tapauksessa se saatiin varsinaisesta mallista ja päädyttiin samaan käyttöarvioon. Siirtymämatriisimallin edut ovatkin omavastuuetukohtaisissa tarkasteluissa ja tulevat esiin, kun esimerkiksi keskittäjä- ja muun asiakkuuden välisille asiakkuustyyppin vaihdoille halutaan asettaa omia vahinko- ja asiakaspysyvyysparametreja.

Arvio asiakkaiden lukumäärälle vuonna t saadaan

$$\begin{aligned}r_t(k) &= r_{t-1}(k) \cdot s_{kk} + r_{t-1}(m) \cdot s_{mk} + r_{t-1}(v) \cdot s_{vk} \\r_t(m) &= r_{t-1}(m) \cdot s_{mm} + r_{t-1}(k) \cdot s_{km} + r_{t-1}(v) \cdot s_{vm} \\r_t(v) &= r_{t-1}(v) \cdot s_{vv} + r_{t-1}(k) \cdot s_{kv} + r_{t-1}(m) \cdot s_{mv},\end{aligned}$$

missä

- $r_t(i)$ asiakkuustyyppin i asiakkaiden lukumäärä hetkellä t
- s_{ij} siirtymätodennäköisyys asiakkuustyyppistä i tyyppiin j .

Esimerkkitapauksen tasapainotilan asiakasjakaumaksi (tilanne n vuoden kuluttua) saadaan $r_n(k)=97\ 059$, $r_n(m)=32\ 353$ ja $r_n(v)=970\ 588$. Sama tulos saatiin myös siirtymämatriisimallilla.

Keskittäjäasiakkaiden omavastuuedun käyttöä tasapainotilassa voidaan arvioida kaavalla

$$r_n(k) \cdot (1 - s_{kv}) \cdot f_k \cdot \sum_{t=0}^{\infty} [1 - s_{kk} \cdot (1 - f_k)] [s_{kk} \cdot (1 - f_k)]^t \cdot \min(10t, 50),$$

missä

- f_k keskittäjäasiakkaan vahinkotodennäköisyys
- t vuosien lukumäärä edellisestä vahingosta.

Ennen summausta oleva termi $r_n(k) \cdot (1 - s_{kv}) \cdot f_k$ kuvaa omavastuuetua käyttävien asiakkaiden lukumäärää ja minimilauseke kertyneen omavastuuedun määrää. Summauksessa tarkastellaan erikseen kutakin asiakasluokkaa sen mukaan, koska heille viimeksi on sattunut vahinko. Summauksessa asiakaskanta käydään läpi siten, että ensin annetaan 0 euroa omavastuuetua niille asiakkaille, joille on kuluvan vuoden aikana sattunut vahinko. Tämän jälkeen omavastuuetua annetaan 10 euroa niille asiakkaille, joille on sattunut vahinko edellisen vuoden aikana ja niin edelleen.

Termi $1 - s_{kk} \cdot (1 - f_k)$ kuvaa sitä osaa tarkasteltavista asiakkaista, joille on sattunut vahinko tai jotka ovat uusia keskittäjäasiakkaita. Tasapainotilassa uusien keskittäjäasiakkaiden lukumäärä on yhtä suuri kuin vakuutusyhtiöstä lähteneiden keskittäjäasiakkaiden ja muiksi asiakkaiksi siirtyneiden asiakkaiden lukumäärä. Summassa termi $[s_{kk} \cdot (1 - f_k)]^t$ kuvaa sitä osaa asiakkaista, joille on sattunut vahinko tai jotka ovat tulleet vakuutusyhtiön keskittäjäasiakkaiksi t vuotta sitten. Summauksessa näiden termien ja omavastuuedun tulo tarkoittaa sitä, että jäljellä olevasta tarkasteltavasta asiakasmassasta omavastuuetua annetaan viimeksi vahinkoja kärsineille tai uusille keskittäjäasiakkaille, vahingottomille ja vanhoille keskittäjäasiakkaille omavastuuetua on kertynyt tätä enemmän ja heille omavastuuetua annetaan vasta myöhemmin summauksen edetessä.

Yllä mainituilla parametrien arvioilla keskittäjäasiakkaiden tasapainotilan omavastuuedun käytöksi tämä malli antaa 232 700 €. Summalauseke kertoo kertyneen omavastuuedun keskimääräisen määrän, joka on 7,49 €. Siirtymämatriisimallilla keskittäjäasiakkaiden omavastuuedun käytöksi saatiin 238 000 € ja 7,66 € keskimääräiseksi kertyneen omavastuuedun määräksi.

Osalle muista asiakkaista on kertynyt omavastuuetua, mikäli he aiemmin ovat olleet keskittäjäasiakkaita. Omavastuuetua saaneille muille asiakkaille omavastuuetua voidaan olettaa kertyneen keskimäärin yllä mainitun 7,49 euron verran ja heidän lukumääränsä voidaan arvioida kaavalla

$$r_n(k) \cdot s_{km} \cdot (1 - f_k) \cdot \sum_{t=0}^{\infty} [s_{mm} \cdot (1 - f_m)]^t,$$

missä

- f_m muun asiakkaan vahinkotodennäköisyys
- t vuosien lukumäärä siirtymisestä keskittäjäasiakkuudesta muuhun asiakkuuteen.

Ennen summausta oleva termi $r_n(k) \cdot s_{km} \cdot (1 - f_k)$ kuvaa vuosittaista vahingottomien asiakkaiden lukumäärää, jotka muuttuvat keskittäjäasiakkaasta muuksi asiakkaaksi, ja summalauseke sitä, paljonko vastaavia asiakkaita on jäljellä kultakin vuodelta ajassa taaksepäin. Esimerkkitapauksessa näiden asiakkaiden lukumääräksi saadaan 7 663. Muille asiakkaille on siis kertynyt omavastuuetua keskimäärin

$$(7\,663 / 32\,353) \cdot 7,49 \text{ €} = 1,77 \text{ €}.$$

Muiden asiakkaiden, joille omavastuuetua on kertynyt, omavastuuedun käytöksi saadaan keskittäjäasiakkaiden tapausta soveltaen

$$7\,663 \cdot (1 - 0,30) \cdot 0,20 \cdot 7,49 \text{ €} = 8\,000 \text{ €}.$$

Siirtymämatriisimalli antoi vastaavasti 1,81 € kertyneeksi keskimääräiseksi omavastuuedun määräksi ja 8 200 € sen käytöksi muille asiakkaille.

Yksinkertaistetun mallin antama arvio omavastuuedun tasapainotilan (n vuoden kuluttua) käytöksi on siis $232\,700 \text{ €} + 8\,000 \text{ €} = 240\,700 \text{ €}$. Tämä on alle kolme prosenttia siirtymämatriisimallin antamaa arviota $246\,000 \text{ €}$ pienempi. Tässä yksinkertaistetussa mallissa ei esimerkiksi huomioida mahdollista siirtymistä keskittäjäasiakkuudesta muuhun asiakkuuteen ja takaisin keskittäjäasiakkuuteen.

4 Yhteenveto

Siirtymämatriisit ovat luonteva keino tilityyppisten tapahtumien vuosittaisen kehityksen mallintamiseen. Matemaattinen malli on kuitenkin aina yksinkertaistus monimutkaisesta ilmiöstä.

Lohkomalla siirtymämatriisi voidaan huomioida myös niiden asiakkaiden omavastuuedun käyttö, joille etua ei enää keskittäjäasiakkuuden piiristä poistumisen jälkeen kerry. Vakuutusmarkkinat on mallinnettu omana tilanaan, johon lähtevät asiakkaat siirtyvät ja josta malliin voidaan tuoda uusia asiakkaita.

Omvastuuetua kertyy keskittäjäasiakkaille, joten todennäköisyys sille, että vuoden aikana sattuu vahinko ja etua tullaan käyttämään, tulee laskea yhtä keskittäjäasiakasta kohti. Vahinkotodennäköisyyden lisäksi omavastuuedun käyttöön vaikuttavat valittu omavastuu, asiakkaan pysyminen keskittäjäasiakkaana ja vakuutusyhtiön asiakkaana.

Siirtymämatriisin lisäksi kullekin tilasiirtymälle on annettava kustannus, jotta kokonaiskustannuksia asiakaskannan siirtymille tilasta toiseen voidaan arvioida. Vastaavasti edun käytön lisäksi on mahdollista arvioida kertynyttä etua.

Mallin saavutettua tasapainotilan omavastuuedun kertyminen ja käyttö pysyvät samanlaisena vuodesta toiseen. Tällainen ominaisuus menetetään, mikäli mallin parametrien annetaan muuttua vuodesta toiseen.

Parametrien arvojen vaikutusta mallin antamiin edunkäyttöihin voidaan tutkia parametrien arvoja muuttamalla. Tällaista analyysiä kutsutaan herkkyysoanalyysiksi. Parametrien arvoja tulee tarpeen tullen päivittää. Päivitystarve voi syntyä vakuutusmarkkinoiden muuttuessa tai vakuutuskannassa havaittujen parametrien arvojen muuttuessa. Vakuutuskannassa parametrien arvot voivat muuttua vahinkotodennäköisyyksien tai asiakaspysyvyyden muuttuessa, vakuutuskannan laji- tai omavastuurakenteen muuttuessa tai keskittäjäasiakkuuksien suhteellisen määrän muuttuessa.

Kun asiakkaalle kertyneen omavastuuedun määrälle ja vahinko- sekä poistumistodennäköisyyksille on saatu riittävän tarkka arvio, voidaan omavastuuedun tasapainotilan käyttöä arvioida myös ilman siirtymämatriiseja, kuten tehtiin kappaleessa 3 Vaihtoehtoinen malli. Yksinkertaisemmalla mallilla käyttöarvio on lähellä siirtymämatriisimallin antamaa käyttöarviota. Siirtymämatriisimallin etuina ovat vuosikohtaisten edunkäyttöjen arviointimahdollisuus ja monipuolisemmat parametrintimahdollisuudet. Siirtymämatriiseilla voidaan esimerkiksi eri asiakkuuksien välisille siirtymille luoda omia vahinko- ja poistuvuusparametreja.

Omvastuuedun käyttöönoton jälkeen on mahdollista seurata mallin sopivuutta tarkasteltavaan ilmiöön sekä tarvittaessa päivittää edunkäyttöarviota parametrien arvoja päivittämällä. Mielenkiintoiseksi jää seurata, vaikuttaako omavastuuetu omavastuun suuruuden valintaan. Korkeampi omavastuu pienentää vakuutusmaksua ja tulee vahinkotilanteessa kompensoiduksi kertyneen omavastuuedun käytön mahdollisuudella. Toisaalta omavastuun suuruuden vaikutus vakuutusmaksuun vaihtelee vakuutustyypeittäin, ja on yleensä pieni, jos vakuutustyyppin keskivahinko on suuri.

Kirjallisuutta

Howard, M.T., S. Karlin: *An Introduction to Stochastic Modeling*, 3rd edition, Academic Press, 1998.

Högnäs, Göran: *Stochastic Processes*, lecture notes, Åbo Akademi, 2005.

Ruskeepää, Heikki: *Todennäköisyyslaskenta II*, luentomoniste, Turun yliopisto, 1995.